

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-139426

(43) 公開日 平成9年(1997)5月27日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/768			H 0 1 L 21/90	C
C 2 3 C 14/58			C 2 3 C 14/58	Z
H 0 5 B 6/10	3 3 1		H 0 5 B 6/10	3 3 1

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-297095

(22) 出願日 平成7年(1995)11月15日

(71) 出願人 000231464

日本真空技術株式会社

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(72) 発明者 内田 信二郎

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本真空
技術株式会社内

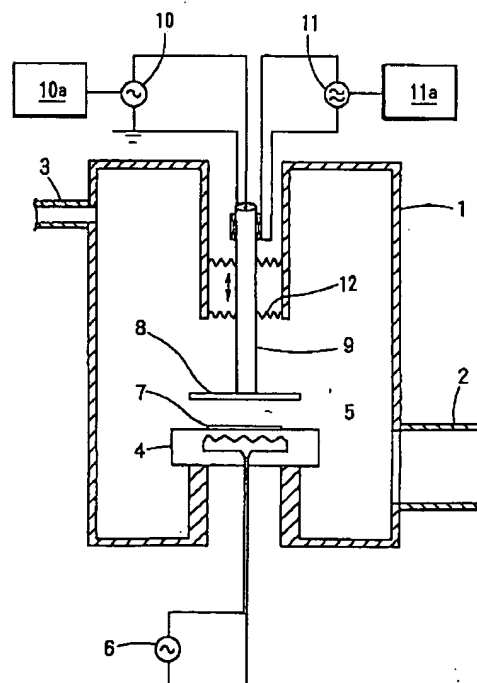
(74) 代理人 弁理士 八木田 茂 (外3名)

(54) 【発明の名称】 電磁誘導式埋め込み処理方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】半導体等の製作の際に必要とする埋め込み工程を真空中にて実施すること及びそれよりプラズマ処理速度の向上を可能とすること。

【解決手段】埋め込み工程を必要とするウェハ金属表面直上に、高周波磁場発生素子を設けてウェハ金属層に渦電流を誘起させ、ウェハ金属層を加熱すると同時に、高周波磁場と渦電流との相互作用により加圧し埋め込み工程を行うことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウェハの金属層表面の少なくとも一部を軟化もしくは流動化する温度に迄加熱しながら、ウェハの金属層表面の少なくとも一部を覆う形の高周波磁場を発生すると同時に金属層に渦電流を誘起させ、高周波磁場と渦電流との相互作用により金属層を加圧し埋め込みを行うことを特徴とする電磁誘導式埋め込み処理方法。

【請求項2】 ウェハの金属層表面上の近傍に配置され、ウェハの金属層表面の少なくとも一部を軟化もしくは流動化する温度に迄加熱すると共に、ウェハの金属層表面の少なくとも一部を覆う形の高周波磁場を発生する高周波磁場発生手段と、上記高周波磁場発生手段を付勢して高周波磁場を発生させる手段とから成ることを特徴とする電磁誘導式埋め込み処理装置。

【請求項3】 高周波磁場発生手段が、少なくとも一つの高周波コイルによって構成される請求項2に記載の電磁誘導式埋め込み処理装置。

【請求項4】 高周波磁場発生手段が、少なくとも一つの磁石と超音波振動領域を含む機械振動子とによって構成される請求項2に記載の電磁誘導式埋め込み処理装置。

【請求項5】 ウェハの金属層表面上の近傍に配置され、ウェハの金属層表面の少なくとも一部を軟化もしくは流動化する温度に迄加熱すると共に、ウェハの金属層表面の少なくとも一部を覆う形の高周波磁場を発生する高周波磁場発生手段と、上記高周波磁場発生手段を付勢して高周波磁場を発生させる手段と、上記高周波磁場発生手段の付勢手段を制御する制御装置とから成ることを特徴とする電磁誘導式埋め込み処理装置。

【請求項6】 高周波磁場発生手段が、少なくとも一つの高周波コイルによって構成される請求項5に記載の電磁誘導式埋め込み処理装置。

【請求項7】 制御装置が、高周波磁場発生手段を成す高周波コイルに流す高周波電流の周波数と電流値とを自動的に設定できる請求項6に記載の電磁誘導式埋め込み処理装置。

【請求項8】 高周波磁場発生手段が、少なくとも一つの磁石と超音波振動領域を含む機械振動子とによって構成される請求項5に記載の電磁誘導式埋め込み処理装置。

【請求項9】 制御装置が、高周波磁場発生手段を成す機械振動子が、その振動子に与える振動の周波数と大きさを自動的に設定できる請求項8に記載の電磁誘導式埋め込み処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体製作に必要な工程である穴埋め作業において、半導体表面に対して作業に必要な加熱、加圧を行う電場誘導式埋め込み処理方法及び装置に関するものであり、真空中での他の作業

工程、例えばスパッタリングやコーティングに連結して真空中で埋め込み処理を行うことを可能とするものである。

【0002】

【従来の技術】 例えばウェハ上の金属層としてアルミニウム金属が使用される場合、従来はこのアルミニウム金属層を加熱してリフローさせ、重力によってウェハ表面に存在する穴の中に溶かし込む方式が採られていたが、最近になって穴の深さが穴の径に比べて深くなるいわゆるアスペクト比が大きくなるにつれてボイドの生じるのを防止するため、真空中から数百気圧の不活性気体中に移しガス圧により埋め込む方式が使われるようになってきた。しかし、本来加圧埋め込みに必要なのは加圧すべき基板表面への面圧であって基板表面以外は全く不要である。従って数百気圧に及ぶガス圧を用いるこの方法は、処理を必要とするウェハ直上の空間領域以外の不必要な空間をも高圧気体で満たすので余分なエネルギーを使っていることになり、しかも高圧取扱の特殊技術を必要とし、安全上厳しい規定をうけるうえ常時爆発の危険に曝されていることになり、事実爆発時の被害の大きいことが報告されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明では、従来の加熱、加圧方式とは全く異なり、数百気圧中での処理をせず、従って、高圧下作業という危険から解放されることによって爆発の危険を解決すると共に、穴埋め処理を必要とするウェハ直上の空間領域以外の不必要な空間をも高圧気体で満たすことをやめ、スパッタリングやエッチング等の真空中の工程の中で、数百気圧に至る処理作業という異質な工程の挿入によって、生産管理上多種多様なチェックポイントを必要とする欠点を解決しようとするものである。

【0004】 従って、本発明は、基板表面に穴埋めに必要とする面圧のみを発生させて、安全かつ効率的に穴埋めを行うことができる埋め込み処理方法及び装置を提供することを目的とするものである。すなわち、本発明者は金属表面では外部からの電磁誘導が表皮効果によって表皮の厚さ以上の深さには及ばないことに着目し、その間、表皮の厚さ内に表皮電源が流れそして金属内部に及ばない分の磁場が外部に追い返されるので、追い返した磁場による表面層の外部からの磁気圧の増加と、表皮電流のジュール熱による表皮層の加熱とをこの埋め込み処理に用いるというのが本発明の基本概念である。

【0005】 一般に金属層の電磁誘導に対する表皮効果の深さは、導電率、透磁率及び周波数のそれぞれ1/2乗に反比例する。従って材料が決まれば、導電率、透磁率が固定されるので、表皮効果の深さは適用する高周波電磁場の変動周波数によって定まる。このことは磁石及び超音波を含む機械振動子を用いてこれに超音波を含む機械的振動を加えた時の振動周波数についても同一であ

る。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明による電磁誘導式埋め込み処理方法は、ウェハの金属層表面の少なくとも一部を軟化もしくは流動化する温度に迄加熱しながら、ウェハの金属層表面の少なくとも一部を覆う形の高周波磁場を発生させることによって金属層に渦電流を誘起させ、高周波磁場と渦電流との相互作用により金属層を加圧し埋め込みを行うことを特徴としている。

【0007】また、本発明の別の特徴によれば、上記電磁誘導式埋め込み処理方法を実施する装置が提供され、この装置は、ウェハの金属層表面上の近傍に配置され、ウェハの金属層表面の少なくとも一部を軟化もしくは流動化する温度に迄加熱すると共に、ウェハの金属層表面の少なくとも一部を覆う形の高周波磁場を発生する高周波磁場発生手段と、上記高周波磁場発生手段を付勢して高周波磁場を発生させる手段とから成る。

【0008】高周波磁場発生手段は、ウェハ上、例えばアルミニウム等の金属表面層直上極めて近傍に金属表面層と平行面（素子面）内に高周波電流を流すことによって高周波磁場を形成するように構成できる。その際高周波電流を流す導線の面内での配線のあり方は、高周波電流を流すことにより高周波磁場発生手段と金属層表面との間に効果的に磁場を形成させることが重要である。すなわち、配線のあり方は、素子面上で渦巻き状、格子状、すだれ状、放射状等、目的に応じて適宜選択でき、選択に当たっては、素子面とウェハ上の金属表面層との間の平行間隔をできる限り狭くすることによって、高周波電流によって生ずる磁場加圧及び表皮電流ジュール加熱効果を向上させるようにすることが必要である。

【0009】高周波電流を流す導線の代わりに、高周波磁場発生手段は、ウェハ上、例えばアルミニウム等の金属表面層直上極めて近傍に金属表面層と平行面（素子面）内に磁石を設置し、振動を与えることにより高周波磁場を形成するように構成することもできる。その際、成可く振動数を高くすることが効果的であり、従って装着する磁石は可及的に軽量なものが望ましい。他方、磁石はその内部及び周辺に静磁場をもっているため、ウェハ上に配置することによってウェハ全体を磁化する可能性があり、これを避けるために面方向への磁場強度の勾配が極めて急なく（すなわち素子面から離れると磁石の磁場が激しく減衰する）構成にすることが肝要である。すなわち、多数の微小磁石を素子面上に一様に配置して互いのNS間の磁力線をできる限り近距離で結ばせるようにするか、又は円形素子面上を、半径方向に幅をもった複数の同心円で区切り、互いに相隣る領域に極性の異なる輪切り状の磁石を設置する等の構成とすることができ

る。

【0010】電磁誘導で生ずる金属導体表面の渦電流を

利用して加熱する構成にした場合には、原理的には渦電流のジュール熱によって金属導体が温まる時は、同時に渦電流の減衰を招き、金属表面への磁気圧が減少するので、その対策として好ましくは穴埋め処理を行う直前迄にランプ加熱や伝導型抵抗加熱によりウェハ表面金属層を塑性変化が容易におきる温度に加熱するランプ加熱や伝導型抵抗加熱手段を設けることができる。

【0011】他方、高周波振動発生素子を用いて磁気圧を発生させる場合は、生ずる磁気圧は完全な静磁場ではなく、脈動を伴うことから機械的振動が磁場発生手段及びウェハに発生する可能性があるため、これを避けるためには、予めウェハ及び磁場発生素子の固有振動数を把握しておき、発生する機械振動の急速な吸収及び伝導遮断手段を装置内に組込むことが望ましい。

【0012】

【作用】このように構成した本発明による電磁誘導式埋め込み処理装置においては、高周波磁場発生手段をウェハ表面金属層の近傍に平行に設けたことにより、ウェハ表面の金属層に渦電流を誘起させ、ウェハ表面金属層を加熱すると同時に、高周波磁場と渦電流との相互作用（磁気圧）による加圧により、穴埋め処理において最も中心的な課題である圧入させるための面圧の確保と圧入させる金属の易変形性を実現することができ、それにより、スパッタリングやエッチング等の高真空中での各種プロセスと同様に真空チャンバ方式を用いて穴埋め処理を行うことができるようになる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明を実施している電磁誘導式埋め込み処理装置を概略的に示す。図において1は真空チャンバであり、2は排気口で真空ポンプ（図示していない）に結合されている。3は使用ガス導入口であり、4は基板スタンドで、加熱用抵抗5が組み込まれており、この加熱用抵抗5は加熱用電源6に接続されている。基板スタンド4の上に処理すべきウェハ7が装着される。また8は高周波磁場発生手段で、図示したようにウェハ7の直上に近接して位置決めされ、ロッド9で支持されている。高周波磁場発生手段8は図2～図5に示すように、導線を平面上で渦巻き状、格子状、すだれ状、放射状等に配線して高周波コイルとして構成し、ロッド9を成す同軸ケーブルに接続することができ、いずれの形状のものを選択する場合でも、面状高周波磁場発生手段8の平面とウェハ7上の金属表面層との間の平行間隔はできる限り狭くして、高周波電流によって生ずる磁場加圧及び表皮電流ジュール加熱効果を向上させるようにする。高周波コイルの代わりに、高周波磁場発生手段8は、図6に示すように、多数の微小磁石を素子面上に一様に配置して互いのNS間の磁力線をできる限り近距離で結ばせるようにしたものや、図7に示すように、円形素子面上を、半径方向に幅をもった複数

の同心円で区切り、互いに相隣る領域に極性の異なる輪切り状の磁石を設けたもの等、磁石で構成することでもできる。高周波磁場発生手段8を高周波コイルで構成した場合には、高周波磁場発生手段8はロッド9を介して高周波電源10に接続され、この場合、ウェハの金属層表面の材質及び金属層の厚さを指定する時、その高周波コイルに流す高周波電流の周波数と電流値とを自動的に設定できる制御装置10aが高周波電源10に設けられ得る。一方、高周波磁場発生手段8を磁石で構成されている場合は同様ロッド9を介して超音波発生器11に接続される。その場合、ウェハの金属層表面の材質及び金属層の厚さを指定する時、その振動子に与える振動の周波数と大きさを自動的に設定できる制御装置11aが超音波発生器11に設けられ得る。なお図1において12は機械的振動伝達遮断器である。ところで本発明では狭い平行間隔空間内に発生もしくは増加させる磁気圧によってウェハ表面金属層に面圧をかけ、同時にこれを加熱するので、原理的には穴埋めすべき孔の径に比べてウェハ径が充分大きければよい。

【0014】実施例としては、1インチ及び2インチ径のSiウェハ上にアルミニウム金属層を形成し、このアルミニウム金属層をSiウェハ上に形成したアスペクト比3の孔の穴埋めを行った。高周波磁場発生手段8としては渦巻状コイルと円板内に敷きつめたペブル状の多数磁石を相隣る極性を確かめつつ固定したものとを作り、渦巻状コイルには13.56MHzの高周波電流を流し、多数ペブル磁石円板の時はその中心にロッドを介して超音波振動1MHzを与えた。真空度は 10^{-7} mTorrである。アルミニウム金属層表面は伝導加熱により約600℃に加熱し、高周波磁場発生手段8により、アルミニウム金属層表面に加えられた磁気圧もしくは磁気圧の増加は数気圧であったが、アスペクト比3のアルミニウム孔は綺麗にうめられていたことが断面SEM写真で確認された。

【0015】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、ウェハ表面金属層の近傍に平行に高周波磁場発生手

段を設け、ウェハ表面の金属層に渦電流を誘起させ、ウェハ表面金属層を加熱すると同時に、高周波磁場と渦電流との相互作用（磁気圧）による加圧により、穴埋め処理するようにしているため、数百気圧に及ぶ高圧気体による圧入という危険率の高く且つ無駄なエネルギーを用いる工程を用いずに真空チャンバ内でウェハ金属層表面の穴埋め処理を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を実施している電磁誘導式埋め込み処理装置を示す概略図。

【図2】 (A)は本発明の装置における高周波磁場発生手段の一実施例を示す平面図。(B)はその側面図。

【図3】 (A)は本発明の装置における高周波磁場発生手段の変形例を示す平面図。(B)はその側面図。

【図4】 (A)は本発明の装置における高周波磁場発生手段の別の変形例を示す平面図。(B)はその側面図。

【図5】 (A)は本発明の装置における高周波磁場発生手段のさらに別の変形例を示す平面図。(B)はその側面図。

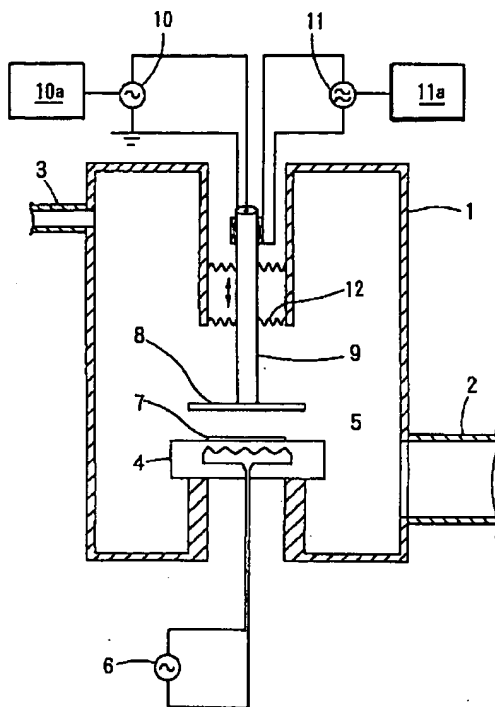
【図6】 (A)は本発明の装置における高周波磁場発生手段の別の実施例を示す平面図。(B)はその側面図。

【図7】 (A)は本発明の装置における高周波磁場発生手段の別の実施例の変形例を示す平面図。(B)はその側面図。

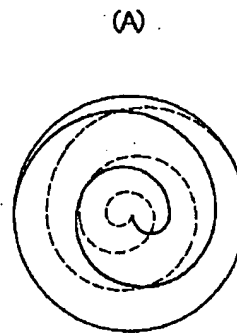
【符号の説明】

- 1：真空チャンバ
- 2：排気孔
- 3：使用ガス導入口
- 4：基板スタンド
- 5：加熱用抵抗
- 6：加熱用電源
- 7：ウェハ
- 8：高周波磁場発生手段
- 9：ロッド
- 10：高周波電源
- 11：超音波発生器

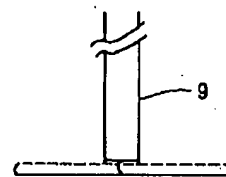
【図1】



【図2】

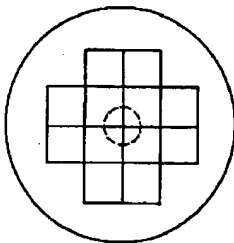


(B)

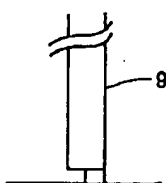


【図3】

(A)

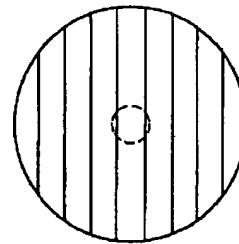


(B)

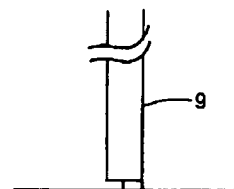


【図4】

(A)

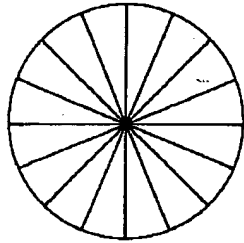


(B)

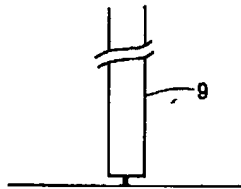


【図5】

(A)

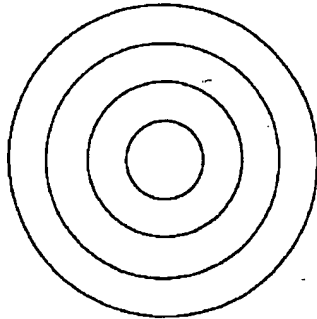


(B)

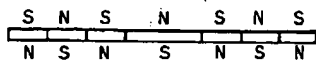


【図7】

(A)

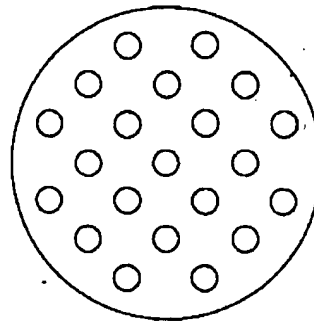


(B)



【図6】

(A)



(B)

